

Рис. 2. Кривые кинетики эрозии покрытий:
1 — сплав ПГ-СР4; 2 — сплав ПГ-СР2.

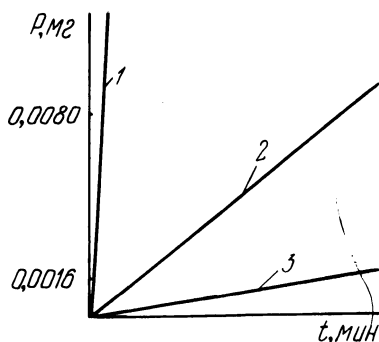


Рис. 3. Граф скорости эрозии образцов в период равномерно-го разрушения:
1 — СЧ 21-40; 2 — ПГ-СР4; 3 — ПГ-СР2.

Л и т е р а т у р а

1. Козырев С.П. Гидроабразивный износ металлов при кавитации. — М., 1971.

УДК 664.143

Ю.А.Волков, Ю.Н.Гафо, Н.Е.Волкова

К ВОПРОСУ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изделия из термопластичных веществ (ТВ) в целом ряде случаев получают из расплава. Подавляющее большинство ТВ обладает низкой теплопроводностью в твердом и жидком состояниях (капрон, полиэтилен, сахар, парафин и др.). Это создает условия перегрева вблизи греющих поверхностей и, следовательно, частичной деструкции вещества при увеличении теплового напора в случае интенсификации процесса, что ухудшает качество материалов и служебные свойства узлов и деталей, в которых они применяются.

Одним из существенных резервов повышения надежности и прочности изделий из ТВ, при изготовлении которых используются расплавы, является совершенствование процесса расплавления. Большую скорость плавления при минимальном температурном напоре можно получить в аппарате по А.с. № 506378.

Сущность предлагаемого способа состоит в том, что фронт плавления максимально приближается к греющей поверхности, а

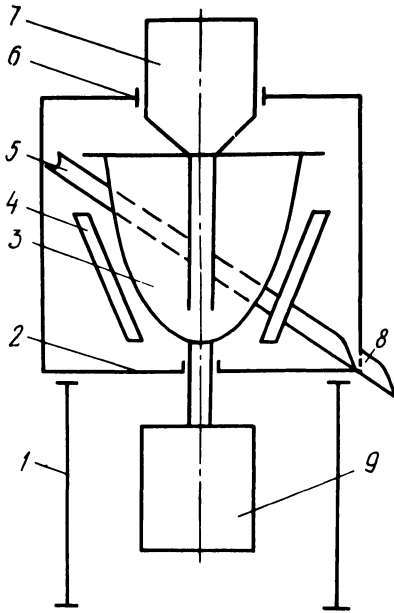


Рис. 1. Схема устройства для плавления термочувствительных веществ.

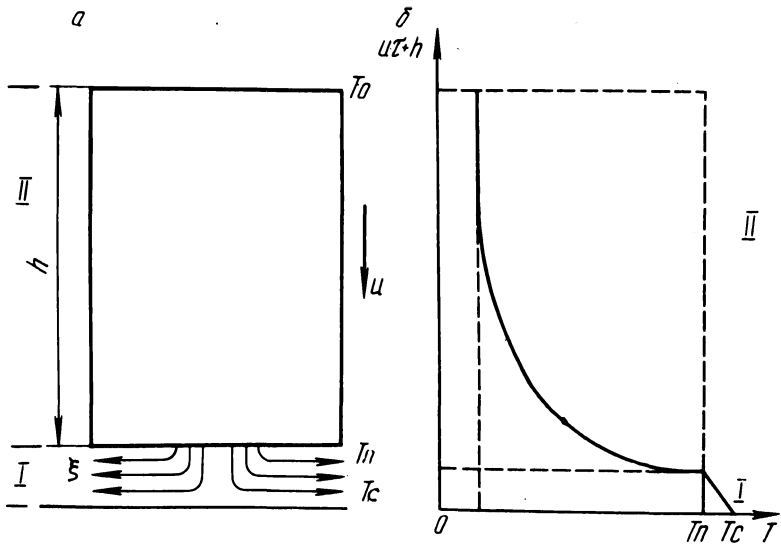


Рис. 2. Расчетная схема процесса плавления (а) и схема распределения температур в зоне плавления (б).

образующаяся пленка расплава непрерывно с нее удаляется силами инерции (центробежными).

На рис. 1 изображена принципиальная схема устройства для плавления ТВ. Теплопередающая поверхность выполнена в виде расширяющейся кверху конусообразной чаши, снабженной приводом вращения. На опоре 1 внутри кожуха 2 установлена расширяющаяся кверху конусообразная чаша 3, снабженная приводом вращения 9 и электронагревателями 4. Для приема и выпуска расплава служит сливной желоб 5, охватывающий чашу 3 и выходящий из кожуха 2 через выпускное отверстие 8. Над загрузочным отверстием 6 в кожухе 2 расположен дозатор 7 для подачи ТВ в чашу. Электронагревателями вращающуюся от привода чашу нагревают до заданной температуры. Дозатором 7 ТВ подают во вращающуюся теплопередающую чашу. При этом частицы вещества под действием центробежных сил равномерно распределяются по теплопередающей поверхности, прижимаясь к ней и обеспечивая, таким образом, хороший тепловой контакт между частицами вещества и поверхностью чаши. Составляющая сил инерции, касательная к теплопередающей поверхности, выплескивает расплав с верхней кромки чаши в сливной желоб. В зоне желоба температура поддерживается в пределах сохранения текучести расплава. Время плавления составляет доли секунды, что обеспечивает высокое качество расплава.

Для определения оптимальных режимов работы установки необходимо рассмотреть процессы взаимодействия пористого сыпучего вещества и его расплава с рабочей поверхностью установки.

Вследствие пористости рабочего вещества термический контакт происходит по отдельным элементарным участкам внутренней поверхности рабочего органа установки.

Поэтому для описания процесса можно выбрать одномерную модель в виде ограниченного самонарастивающегося стержня с равномерно движущимся по нему фронтом фазового перехода (рис. 2). В области II твердого состояния рабочего вещества соответствующая теплофизическая задача

$$\frac{\partial T(x, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T(x, \tau)}{\partial x^2} \quad (u\tau \leq x \leq h + u\tau);$$

$$T(x, 0) = T_0, \quad T(u\tau, \tau) = T_{II}; \quad T(u\tau + h, \tau) = T_0$$

после перехода в движущуюся систему координат ($\alpha = x - u\tau$, $\beta = \tau$) при установившемся состоянии ($\partial T(\alpha, \beta) / \partial \beta = 0$) при-

водит к следующим решениям для распределения температуры и теплового потока извне через границу области, т.е. на фронте фазового перехода

$$T = T_{\Pi} + \frac{T_0 - T_{\Pi}}{e^{-\frac{u\alpha}{a}} - 1} (e^{-\frac{u\alpha}{a}} - 1) \approx T_{\Pi} + (T_{\Pi} - T_0) (e^{-\frac{u\alpha}{a}} - 1)$$

$$q|_{\alpha=0} = -\lambda \frac{\partial T(0, \beta)}{\partial \alpha} = \lambda \frac{u}{a} \frac{T_0 - T_{\Pi}}{e^{-\frac{uh}{a}} - 1} \approx \frac{\lambda}{a} u (T_{\Pi} - T_0),$$

где T_0 - температура окружающей среды; T_{Π} - температура плавления; u - скорость продвижения фронта фазового перехода; h - толщина слоя рабочего вещества; λ и a - соответственно эффективные тепло- и температуропроводности рабочего вещества.

Экспонента в знаменателях полученных выражений исчезает вследствие того, что ее показатель в реальных условиях будет иметь достаточно большую отрицательную величину.

Учитывая теплоту фазового перехода и потерю тепла, аккумулярованного расплавом, выдавливаемым из зазора I между нагретой поверхностью и границей фазового перехода, и считая распределение температуры в этом зазоре линейным (рис. 2, б), можно получить уравнение теплового баланса на границе плавления:

$$\lambda_1 \frac{T_c - T_{\Pi}}{\xi} - \rho_2 \gamma u - \rho_2 c_1 u \left(\frac{T_c - T_{\Pi}}{2} \right) = \rho_2 c_2 u (T_{\Pi} - T_0), \quad (1)$$

где ξ - толщина зазора; γ - удельная теплота плавления; T_c - температура нагретой поверхности; ρ - эффективная плотность; c - эффективная теплоемкость, индекс 1 относится к расплаву, а индекс 2 - к твердому пористому веществу.

Применяя уравнения гидродинамической теории смазки к рассмотрению процесса выдавливания расплава из зазора и решая задачу о сдавливании слоя вязкого вещества параллельными пластинками квадратной формы, получим для силы внешнего давления на слой выражение

$$P = 6,7 \frac{\mu u b^4}{\xi^3}, \quad (2)$$

где μ - динамическая вязкость расплава; b - сторона квадрата.

Решая совместно уравнения (1) и (2), получим для скорости продвижения фронта плавления на элементарном участке

$$u^4 = \frac{P \lambda_1^3 (T_c - T_n)^3}{6,7b^4 \mu \left[\rho_2 c_2 (T_n - T_o) + \rho_2 c_1 \frac{T_c - T_n}{2} + \rho_2 \delta \right]} \quad (3)$$

В установке рабочее вещество, представляющее собой сыпучую среду, вращается в поле тяжести в состоянии предельного равновесия. Рассматривая силы, действующие на частицу, находящуюся на поверхности идеальной сыпучей среды, и используя при этом закон сухого трения Кулона, получим уравнение свободной поверхности рабочей среды в виде

$$Z = \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} r - \frac{g \operatorname{tg}^2 \varphi + g}{\omega^2 \operatorname{tg}^2 \varphi} \ln \left| \omega^2 \operatorname{tg} \varphi r + g \right| + C, \quad (4)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент внутреннего трения; g – ускорение свободного падения; ω – угловая скорость вращения; C – постоянная величина.

Чтобы вычислить, производительность установки, необходимо знать распределение давлений рабочей среды на внутренней поверхности установки. Если пренебречь влиянием силы тяжести по сравнению с центробежными силами, то, например, для наиболее простого случая цилиндрической формы внутренней поверхности, решая систему дифференциальных уравнений предельного равновесия сыпучей среды, получим

$$P = - \frac{\rho_2 \omega^2}{2 + f(\varphi)} \left[\tilde{r}(Z)^{2+f(\varphi)} r^{-f(\varphi)} - r^2 \right], \quad (5)$$

где

$$f(\varphi) = \frac{2 \sin \varphi}{1 + \sin \varphi},$$

$\tilde{r}(Z)$ – решение (4) при соответствующих граничных условиях.

Для динамики фильтрации расплава в аппарате было получено следующее дифференциальное уравнение:

$$\frac{d}{dz} \left[(R^2 - r^2) \frac{k}{\mu} \frac{d}{dz} \left(\frac{\rho_1 \omega^2}{2} r^2 - \rho g Z \right) \right] - 2mR = 0. \quad (6)$$

Интегрируя (6), можно найти зависимость скорости фильтрации и толщины слоя расплава от остальных параметров процесса, и, в частности, определить связь между временем деструкции тер-

мочувствительного вещества и основными параметрами установки.

Здесь R – радиус цилиндрической поверхности; k – коэффициент проницаемости; $m = \rho_2 u$ – производительность элемента поверхности установки.

Полная производительность установки вычисляется по формуле

$$M = \int_S m dS = 2\pi R \int_0^l m dz, \quad (7)$$

где S – поверхность установки; l – высота края свободной поверхности сыпучего вещества.

Разработанная методика расчета процесса непрерывного плавления термопластичных веществ позволяет осуществить выбор оптимальных параметров установки применительно к каждому конкретному случаю.

Установка для непрерывного плавления компактна, проста в изготовлении и эксплуатации.

УДК 621.923

В.И.Туромша, Э.С.Бранкевич

АЭРО- И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

При шлифовании СОЖ, прежде, чем попасть в зону резания, проходит постепенно сужающуюся щель, образованную рабочей поверхностью шлифовального круга и поверхностью изделия. В работе [1] показано, что здесь протекают гидродинамические явления, подобные явлениям в гидравлическом клине при работе вала во втулке. Но если для средних размеров вала и втулки несущая способность масляного клина выражается несколькими тысячами килограммов, то сила гидродинамического давления в жидкостном клине при шлифовании измеряется всего несколькими килограммами. Этого достаточно для того, чтобы создать ощутимое изменение величины упругого отжатия шлифовального круга.

Поскольку шлифование происходит при высоких скоростях вращения круга, в рабочей зоне создаются центробежные и вихревые потоки воздуха, которые препятствуют доступу СОЖ в контактную зону и ослабляют гидродинамический поток.

Были проведены экспериментальные исследования гидравлического клина при различных условиях шлифования. Исследова-